

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-279685

(43)Date of publication of application : 27.09.2002

(51)Int.Cl. G11B 7/16  
G02B 5/00  
G02B 5/28

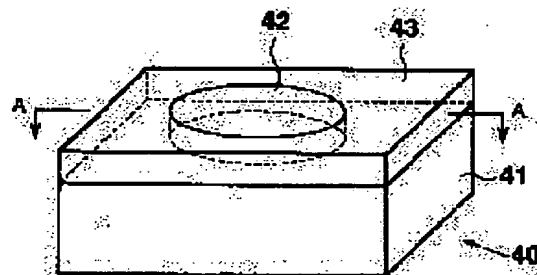
(21)Application number : 2001-076630 (71)Applicant : NIPPON SHINKU KOGAKU KK

(22)Date of filing : 16.03.2001 (72)Inventor : MIYAKE MASAOKI

**(54) DIAPHRAGM FILTER FOR OPTICAL PICKUP DEVICE****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a diaphragm filter for an optical pickup device which excellently transmits one among two laser beams having different wavelengths without causing phase difference and wave surface turbulence and can limits opening to another.

**SOLUTION:** The diaphragm filter is composed of a disk-shaped laser beam transmissive film which transmits both laser beam I of relatively short wavelength and laser beam II of relatively long wavelength and of a transmitting wavelength selective film which is arranged outside a peripheral edge of a disk-shaped laser beam transmissive region, transmits the laser beam I and does not transmit the laser beam II. Further the laser beam transmissive film and the transmitting wavelength selective film have substantially equal optical film thickness and further have the same physical film thickness.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

5

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-279685

(P2002-279685A)

(43) 公開日 平成14年9月27日 (2002.9.27)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テームト\* (参考)

G 1 1 B 7/16

G 1 1 B 7/16

2 H 0 4 2

G 0 2 B 5/00

G 0 2 B 5/00

B 2 H 0 4 8

5/28

5/28

5 D 1 1 9

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号

特願2001-76630 (P2001-76630)

(22) 出願日

平成13年3月16日 (2001.3.16)

(71) 出願人 000231475

日本真空光学株式会社

東京都中央区日本橋本町3丁目7番2号

(72) 発明者 三宅 雅章

静岡県御殿場市中畑1413番地 日本真空光学株式会社内

(74) 代理人 100074675

弁理士 柳川 泰男

Fターム(参考) 2H042 AA06 AA13 AA31

2H048 GA01 GA04 GA13 GA30 GA46

GA60 GA61

5D119 AA41 BA01 DA01 DA05 EC45

EC47 FA08 JA32 JA63 JA64

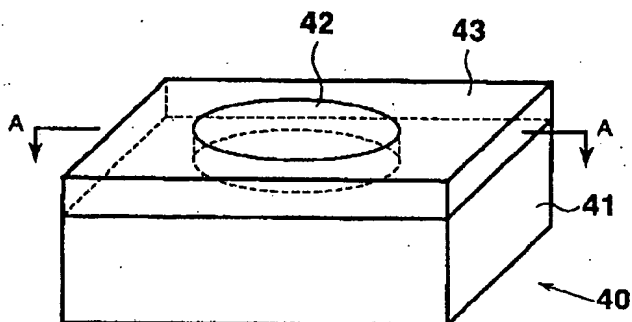
JB02 JB03

(54) 【発明の名称】 光ピックアップ装置用絞りフィルタ

(57) 【要約】

【課題】 互いに波長の異なる二つのレーザ光のうちの一方を、位相差や波面の乱れがなく良好に透過させ、そして他方に対しては開口を制限できる光ピックアップ装置用絞りフィルタを提供すること

【解決手段】 相対的に短波長のレーザ光 I と相対的に長波長のレーザ光 II の双方を透過させる円盤状レーザ光透過膜、そして該円盤状レーザ光透過領域の周縁の外側に配置された、レーザ光 I を透過させる一方、レーザ光 II は透過させない透過波長選択膜とからなり、レーザ光透過膜と透過波長選択膜の光学的膜厚が実質的に等しく、かつ物理的膜厚も互いに同一である絞りフィルタ。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 下記の要件を満たすことを特徴とする、相対的に短波長のレーザ光 I と相対的に長波長のレーザ光 II の双方を透過させる円盤状レーザ光透過膜、そして該円盤状レーザ光透過領域の周縁の外側に配置された、レーザ光 I を透過させる一方、レーザ光 II は透過させない透過波長選択膜を含む光ピックアップ装置用絞りフィルタ：

(1) 円盤状レーザ光透過膜の物理的膜厚と透過波長選択膜の物理的膜厚とが互いに同一であること；

(2) 円盤状レーザ光透過膜と透過波長選択膜のいずれもが、互いに屈折率の異なる二種類以上の光透過性材料から構成されている多層膜であること；

(3) 円盤状レーザ光透過膜を構成する光透過性材料と透過波長選択膜を構成する光透過性材料とが互いに同一であること；

(4) 円盤状レーザ光透過膜を構成する多層膜が、レーザ光 I の波長  $\lambda$  に対して実質的に  $\lambda/4$  の整数倍となる光学的膜厚の単層膜の積層体を含むこと；そして、

(5) 円盤状レーザ光透過膜を構成する複数の単層膜の材料、物理的膜厚そして積層順序と、透過波長選択膜を構成する複数の単層膜の材料、物理的膜厚そして積層順序とが互いに全て同一とはならないこと。

【請求項 2】 円盤状レーザ光透過膜と透過波長選択膜のいずれもが、レーザ光 I の波長に対して位相が 0 度となる請求項 1 に記載の絞りフィルタ。

【請求項 3】 円盤状レーザ光透過膜と透過波長選択膜のいずれもが、二酸化ケイ素膜と二酸化チタン膜とを主構成膜とする多層膜である請求項 1 もしくは 2 に記載の絞りフィルタ。

【請求項 4】 円盤状レーザ光透過膜と透過波長選択膜のいずれもが、二酸化ケイ素膜と二酸化チタン膜とを主構成膜とし、さらに五酸化ニタンタル膜を含む多層膜である請求項 1 もしくは 2 に記載の絞りフィルタ。

【請求項 5】 レーザ光 I が波長 650 nm の DVD 記録及び／又は再生用のレーザ光であり、レーザ光 II が波長 780 nm の CD 記録及び／又は再生用のレーザ光である請求項 1 もしくは 2 に記載の絞りフィルタ。

【請求項 6】 下記の要件を満たすことを特徴とする、相対的に短波長のレーザ光 III、レーザ光 III よりも長波長のレーザ光 IV、そしてレーザ光 IV よりも更に長波長のレーザ光 V のそれぞれを透過させる円盤状レーザ光透過膜、該円盤状レーザ光透過領域の周縁の外側に配置された、レーザ光 III とレーザ光 IV とを透過させる一方、レーザ光 V は透過させない円環状透過波長選択膜 A、そして該円環状透過波長選択膜 A の周縁の外側に配置された、レーザ光 III を透過させる一方、レーザ光 IV とレーザ光 V とは透過させない透過波長選択膜 B を含む光ピックアップ装置用絞りフィルタ：

(1) 円盤状レーザ光透過膜の物理的膜厚、透過波長選

択膜 A の物理的膜厚、そして透過波長選択膜 B の物理的膜厚が全て互いに同一であること；

(2) 円盤状レーザ光透過膜、透過波長選択膜 A そして透過波長選択膜 B のいずれもが、互いに屈折率の異なる二種類以上の光透過性材料から構成されている多層膜であること；

(3) 円盤状レーザ光透過膜を構成する光透過性材料、透過波長選択膜 A を構成する光透過性材料、そして透過波長選択膜 B を構成する光透過性材料とが互いに同一であること；

(4) 円盤状レーザ光透過膜を構成する多層膜が、レーザ光 III の波長  $\lambda_1$  に対して実質的に  $\lambda_1/4$  の整数倍であって、かつレーザ光 IV の波長  $\lambda_2$  に対して実質的に  $\lambda_2/4$  の整数倍となる光学的膜厚の単層膜の積層体を含むこと；

(5) 透過波長選択膜 A を構成する多層膜が、レーザ光 III の波長  $\lambda_1$  に対して実質的に  $\lambda_1/4$  の整数倍となる光学的膜厚の単層膜の積層体を含むこと；そして

(6) 円盤状レーザ光透過膜を構成する複数の単層膜の材料、物理的膜厚そして積層順序、透過波長選択膜 A を構成する複数の単層膜の材料、物理的膜厚そして積層順序、そして透過波長選択膜 B を構成する複数の単層膜の材料、物理的膜厚そして積層順序とが互いに全て同一とはならないこと。

【請求項 7】 円盤状レーザ光透過膜、透過波長選択膜 A、そして透過波長選択膜 B のいずれもが、レーザ光 III の波長に対して位相が 0 度となる請求項 6 に記載の絞りフィルタ。

【請求項 8】 レーザ光 IV が波長 650 nm の DVD 記録及び／又は再生用のレーザ光であって、レーザ光 V が波長 780 nm の CD 記録及び／又は再生用のレーザ光であり、レーザ光 III が波長 650 nm よりも短波長の青色レーザ光である請求項 6 もしくは 7 に記載の絞りフィルタ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、互いに異なる波長を持つ二以上のレーザ光に対して、その透過を調整する絞りフィルタに関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、音楽、静止画像あるいは動画などの情報をデジタル信号に変換し、そのデジタル信号を記録する媒体として、多数の微細なピットが形成された記録面を有する基板からなる光ディスクが広く用いられている。光ディスクとしては、デジタル信号に変換された音楽情報などを主に記録するコンパクトディスク (CD) が広く知られている。近年では、CD より多くの情報を高密度に記録でき、映画などの動画も長時間記録できるデジタルバーサタイルディスク (DVD) も普及し始めている。また、CD-R や DVD-R のように、レ

ーザ光に対する反射率を変化させた記録層が基板の上に設けられた光ディスクも知られている。

【0003】これらの光ディスクにおいて、デジタル信号は、光ディスクの記録面（もしくは記録層）に形成されたピットの有無として記録されている。そして、対物レンズによりレーザ光を記録面に集光させて照射し、反射されたレーザ光を検出すると、ピットの有無により検出される光量が異なるためにディスクに記録されたデジタル信号を読み出すことができる。光ディスクからデジタル信号を読み出すことを、通常、情報を再生するという。光ディスクの記録面に照射するレーザ光を発信するレーザ発信器と、記録面に反射されたレーザ光を検出する受光素子と、そしてレーザ光を光ディスクの記録面に集光する対物レンズなどの光学部品は、あわせて光ピックアップ装置と呼ばれている。

【0004】光ディスクを再生するために、CDにおいては波長780nmのレーザ光が用いられ、そしてDVDにおいては、記録密度を高めるために波長650nmのレーザ光が用いられている。また、CDは、厚さが1.2mmの光ディスク一枚からなるのに対し、DVDは、厚さが0.6mmの光ディスクを二枚貼り合わせてなる。DVDとCDとを一台の機器（プレーヤー）で再生できれば、それぞれの光ディスクのために別々のプレーヤーを用意する必要がなくなる。そのため、これら二種類の光ディスクを同一のプレーヤーで再生するための光ピックアップ装置（以下、DVD/CD互換光ピックアップ装置と記載する）の研究が行われ、既に実用化されている。

【0005】DVD/CD互換光ピックアップ装置は、波長650nmの光源を用いる一波長方式と、波長650nmおよび780nmの二つの光源を用いる二波長方式とに分類される。一波長方式は、光ピックアップ装置の構造がシンプルになりプレーヤーを低コスト化できるが、記録面の反射率に波長依存性があるCD-Rを再生できない。二波長方式は、DVDとCDを再生するために、波長780nmと650nmの光源をそれぞれ専用に設けることでCD-Rの再生も可能としているが、ピックアップ装置の構造が複雑となる。これらのDVD/CD互換光ピックアップ装置の詳細な説明については、文献（「光学」、28巻第2号64-70頁、1999）に記載されている。

【0006】一波長方式と二波長方式のどちらの互換光ピックアップ装置においても、CDとDVDの再生において同一の対物レンズを用いると、対物レンズの球面収差が問題となる。対物レンズから、DVDおよびCDのそれぞれの記録面までの距離が互いに等しい場合には、何ら問題なくCDとDVDの再生は可能となる。しかしDVDとCDは、厚みが異なる規格のディスクであり、対物レンズから両者の記録面までの距離は互いに異なる配置となる。従って、例えばDVD用に設計された対物

レンズを用いてCDを再生する場合、CDの記録面が対物レンズに対して設計された焦点距離からずれるために、レンズ中央部と周辺部を通るレーザ光の収束位置がずれる（球面収差が生じる）。このため記録面にレーザ光を十分に集光できず、CDを再生することができない。

【0007】球面収差を改善する簡便な方法として、CDを再生する場合に、対物レンズの開口を絞ることが知られている。すなわちCD再生時に対物レンズの周辺部を通るレーザ光を遮光して（即ち開口を絞ることにより）、対物レンズの中央部を通るレーザ光のみを記録面に集光させることで球面収差は改善され、CDの再生が可能となる。CDを再生するときのみに対物レンズの開口を絞るには、CDを再生するときにはレンズの周辺部を通るレーザ光を遮光するように、穴の空いた不透明な板をレンズの前後のいずれかの位置に配置すればよい。また、TN型液晶と、開口部を有する偏光板とを利用した液晶シャッターにより開口を絞ることも提案されている。液晶シャッターは、TN液晶の配向を制御して、CDを再生する場合にのみレーザ光の偏向方向を偏光板の透過軸と直交するように回転させ、レンズ周辺部を透過するレーザ光を偏光板により吸収させて開口を絞るものである。これらの方法を用いると、いずれの場合でも、開口を絞るために機械的あるいは電気的な装置が必要となるために、光ピックアップ装置の構造が複雑となりがちになる。

【0008】二波長方式のDVD/CD互換光ピックアップ装置において球面収差を解消するためには、光学フィルタを用いることもできる。すなわち、丸い穴の空いた短波長透過フィルタ（以下、開口絞りフィルタと記載する）を、対物レンズの前後いずれかの位置に配置する方法である。短波長透過フィルタは波長650nmの（DVD用）レーザ光を透過し、波長780nmの（CD用）レーザ光は反射する設計とする。従って、機械的あるいは電気的な装置を用いなくともこのような開口絞りフィルタを配置することで、対物レンズ周辺部を透過するCD用のレーザ光のみは、フィルタにより反射されて開口が絞られる。開口絞りフィルタの問題点は、開口部を通過したDVD用のレーザ光と、フィルタを通過したDVD用のレーザ光の互いの位相に差が生じて、収差が悪化することである。また、前記文献（「光学」、28巻第2号64-70頁、1999）には、この位相差を小さくするために、開口部分に位相調整膜を設けることで、位相差の改善ができることが記載されている。このように開口部に位相調整膜が設けられたフィルタを、以下絞りフィルタと記載する。

【0009】絞りフィルタにおいて、フィルタを透過したDVD用レーザ光と、位相調整膜を透過したDVD用レーザ光との位相差を小さくするためには、フィルタと位相調整膜の光学的膜厚（屈折率 $n$ ×物理的膜厚 $d$ ）を互

いに等しくするか、光学的膜厚の差がDVD用レーザ光の波長の整数倍とすることが理想である。さらに位相調整膜は、DVDおよびCDのレーザ光の両者に対して高い透過率を示す光透過性材料を用いる必要がある。

#### 【0010】

【発明が解決しようとする課題】フィルタと位相調整膜の光学的膜厚を等しくするためには、位相調整膜に用いる光透過性材料の屈折率が材料固有の値であるために、位相調整膜の物理的な膜厚を、フィルタの光学的膜厚に応じて調節する。従ってフィルタと位相調整膜との境界には物理的な段差が生じてしまい、このような物理的な段差部分でレーザ光が乱反射され、記録面に照射したレーザ光の波面に乱れを生じる問題があった。本発明の目的は、DVD/CD互換光ピックアップに代表される、互いに波長の異なる二つのレーザ光のうち的一方を、位相差や波面の乱れがなく良好に透過させ、そして他方に対しては開口を制限できる絞りフィルタを提供することにある。さらに本発明の目的は、互いに波長の異なる三つのレーザ光についても、透過したレーザ光に位相差や波面の乱れがなく、それぞれのレーザ光に対して独立に開口を制限できる絞りフィルタを提供することにもある。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】本発明者は、互いに屈折率の異なる二種類以上の光透過性材料の多層膜からなる、特定波長のレーザ光を透過する光学フィルタの積層順序を変更するような方法で、特定波長のレーザ光と、フィルタの不透過帯にある別な波長のレーザ光の双方について高い透過率を示す透過膜が形成できることを見出した。さらに本発明者の鋭意研究により、このような透過膜を用いて位相差や波面の乱れの問題が同時に解決された絞りフィルタを提供することに成功した。

【0012】本発明は、相対的に短波長のレーザ光Ⅰと相対的に長波長のレーザ光Ⅱの双方を透過させる円盤状レーザ光透過膜、そして該円盤状レーザ光透過領域の周縁の外側に配置された、レーザ光Ⅰを透過させる一方、レーザ光Ⅱは透過させない透過波長選択膜を含む光ピックアップ装置用絞りフィルタにあり、下記の(1)～(5)の要件を満たすフィルタである。互いに波長の異なる二つのレーザ光の開口を独立に制限する絞りフィルタを、以下、二波長用絞りフィルタと記載する。

(1) 円盤状レーザ光透過膜の物理的膜厚と透過波長選択膜の物理的膜厚とが互いに同一であること；

(2) 円盤状レーザ光透過膜と透過波長選択膜のいずれもが、互いに屈折率の異なる二種類以上の光透過性材料から構成されている多層膜であること；

(3) 円盤状レーザ光透過膜を構成する光透過性材料と透過波長選択膜を構成する光透過性材料とが互いに同一であること；

(4) 円盤状レーザ光透過膜を構成する多層膜が、レー

ザ光Ⅰの波長 $\lambda$ に対して実質的に $\lambda/4$ の整数倍となる光学的膜厚の単層膜の積層体を含むこと；そして、

(5) 円盤状レーザ光透過膜を構成する複数の単層膜の材料、物理的膜厚そして積層順序と、透過波長選択膜を構成する複数の単層膜の材料、物理的膜厚そして積層順序とが互いに全て同一とはならないこと。

【0013】本発明の(二波長用)絞りフィルタにおける好ましい態様を以下に記載する。

1) 円盤状レーザ光透過膜と透過波長選択膜のいずれもが、レーザ光Ⅰの波長に対して位相が0度となること。

2) 円盤状レーザ光透過膜と透過波長選択膜のいずれもが、二酸化ケイ素膜と二酸化チタン膜とを主構成膜とする多層膜であること。

3) 円盤状レーザ光透過膜と透過波長選択膜のいずれもが、二酸化ケイ素膜と二酸化チタン膜とを主構成膜とし、さらに五酸化ニタンタル膜を含む多層膜であること。

4) レーザ光Ⅰが波長650nmのDVD記録及び／又は再生用のレーザ光であり、レーザ光Ⅱが波長780nmのCD記録及び／又は再生用のレーザ光であること。

【0014】本発明は、相対的に短波長のレーザ光Ⅲ、レーザ光Ⅲよりも長波長のレーザ光Ⅳ、そしてレーザ光Ⅳよりも更に長波長のレーザ光Ⅴのそれぞれを透過させる円盤状レーザ光透過膜、該円盤状レーザ光透過領域の周縁の外側に配置された、レーザ光Ⅲとレーザ光Ⅳとを透過させる一方、レーザ光Ⅴは透過させない円環状透過波長選択膜A、そして該円環状透過波長選択膜Aの周縁の外側に配置された、レーザ光Ⅲを透過させる一方、レーザ光Ⅳとレーザ光Ⅴとは透過させない透過波長選択膜Bからなる光ピックアップ装置用絞りフィルタにもあり、下記の(1)～(6)の要件を満たすフィルタである。互いに波長の異なる三つのレーザ光の開口を独立に制限する絞りフィルタを、以下、三波長用絞りフィルタと記載する。

(1) 円盤状レーザ光透過膜の物理的膜厚、透過波長選択膜Aの物理的膜厚、そして透過波長選択膜Bの物理的膜厚が全て互いに同一であること；

(2) 円盤状レーザ光透過膜、透過波長選択膜Aそして透過波長選択膜Bのいずれもが、互いに屈折率の異なる二種類以上の光透過性材料から構成されている多層膜であること；

(3) 円盤状レーザ光透過膜を構成する光透過性材料、透過波長選択膜Aを構成する光透過性材料、そして透過波長選択膜Bを構成する光透過性材料とが互いに同一であること；

(4) 円盤状レーザ光透過膜を構成する多層膜が、レーザ光Ⅲの波長 $\lambda_1$ に対して実質的に $\lambda_1/4$ の整数倍であって、かつレーザ光Ⅳの波長 $\lambda_2$ に対して実質的に $\lambda_2/4$ の整数倍となる光学的膜厚の単層膜の積層体を含むこと；

(5) 透過波長選択膜Aを構成する多層膜が、レーザ光IIIの波長 $\lambda_1$ に対して実質的に $\lambda_1/4$ の整数倍となる光学的膜厚の単層膜の積層体を含むこと；そして

(6) 円盤状レーザ光透過膜を構成する複数の単層膜の材料、物理的膜厚そして積層順序、透過波長選択膜Aを構成する複数の単層膜の材料、物理的膜厚そして積層順序、そして透過波長選択膜Bを構成する複数の単層膜の材料、物理的膜厚そして積層順序とが互いに全て同一とはならないこと。

【0015】本発明の（三波長用）絞りフィルタの好ましい態様を以下に記載する。

1) 円盤状レーザ光透過膜、透過波長選択膜A、そして透過波長選択膜Bのいずれもが、レーザ光IIIの波長に対して位相が0度となること。

2) レーザ光IVが波長650nmのDVD記録及び／又は再生用のレーザ光であって、レーザ光Vが波長780nmのCD記録及び／又は再生用のレーザ光であり、レーザ光IIIが波長650nmよりも短波長の青色レーザ光であること。

【0016】光学的膜厚とは、薄膜を形成する材料の屈折率×物理的膜厚を意味する。複数の層からなる多層膜の場合、多層膜の光学的膜厚とは、多層膜を構成する各々の層の光学的膜厚の合計値を意味する。光学的膜厚が実質的に等しいとは、光学的膜厚の差が30nm未満であることを意味する。この光学的膜厚の差は、20nm未満であることが好ましく、10nm未満であることがさらに好ましく、4nm未満であることが最も好ましい。そして、物理的膜厚が同一とは、物理的膜厚の差が15nm未満であることを意味する。この段差は、10nm未満であることが好ましく、5nm未満であることがさらに好ましく、2nm未満であることが最も好ましい。

【0017】また本明細書において、特定波長のレーザ光を「透過させる」とは、その波長の光の透過率が80%以上であることを意味する。この透過率は85%以上であることが好ましく、90%以上であることがさらに好ましく、95%以上であることが最も好ましい。そして、特定波長のレーザ光を「透過させない」とは、その波長の光の透過率が20%以下であることを意味する。この透過率は15%以下であることが好ましく、10%以下であることがさらに好ましく、5%以下であることが最も好ましい。

【0018】

【発明の実施の形態】本発明の絞りフィルタは、二波長方式のDVD/CD互換光ピックアップ装置の絞りフィルタとして好ましく用いることができる。本発明の絞りフィルタは、将来さらに短波長のレーザ光（青色レーザ光など）を利用する新しい光ディスクが開発された場合にも、従来ディスクと新しいディスクとの互換光ピックアップ装置の絞りフィルタとして同様に用いることがで

きる。また、本発明に従う構成とすることで、互いに波長の異なる三つのレーザ光のそれぞれについて独立に開口を制限する（三波長用）絞りフィルタも作製可能である。即ち用いるレーザ光の波長が異なる三種類の光ディスクを再生する互換光ピックアップ装置に用いることのできる絞りフィルタも実現することができる。以下、本発明の（二波長用）絞りフィルタを、DVD/CD互換光ピックアップ装置に用いる絞りフィルタを例にして以下説明する。

【0019】【光ピックアップ装置の構成】まず最初に、本発明の絞りフィルタを用いたDVD/CD互換光ピックアップ装置の構成について説明する。図1は、本発明の絞りフィルタを用いた二波長方式のDVD/CD互換光ピックアップ装置の構成の例を示す配置図である。図1において、光ピックアップ装置は、光ディスク(1)の下（紙面に対して裏側の方向）に配置されている。光ピックアップ装置は、DVD光学ユニット(2)、CD光学ユニット(3)、ダイクロックプリズム(4)、コリメーターレンズ(5)、反射ミラー(6)、絞りフィルタ(7)、そして対物レンズ(8)からなる。

【0020】DVD光学ユニット(2)は、DVDに記録されているデジタル信号を読み出すために照射する波長650nmのレーザ光を発信するレーザ発信器(20)と、DVDの記録面に反射されたレーザ光を検出する受光素子(21)、そして記録面に反射されたレーザ光を受光素子(21)へと導くホログラム検出素子(22)からなる。同様に、CD光学ユニット(3)は、CDに記録されているデジタル信号を読み出すために照射する波長780nmのレーザ光を発信するレーザ発信器(30)と、CDの記録面に反射されたレーザ光を検出する受光素子(31)、そして記録面に反射されたレーザ光を受光素子(31)へと導くホログラム検出素子(32)からなる。

【0021】DVDを再生する場合、記録されたデジタル信号の検出に用いられる波長650nmのレーザ光は、DVD光学ユニット(2)のレーザ発信器(20)により発信される。発信されたレーザ光は、ホログラム検出素子(22)、ダイクロックプリズム(4)、そしてコリメーターレンズ(5)を通り平行光となる。そしてレーザ光は、反射ミラー(6)により反射され、絞りフィルタ(7)を透過して、対物レンズ(8)により集光されてDVDの記録面に照射される。ここで記録面に設けられたデジタル信号に対応したピットの有無により、反射するレーザ光の光量に変化する。記録面において反射されたレーザ光は前記とは逆の経路を通り、最後はDVD光学ユニットにおける受光素子(21)に入射する。反射されたレーザ光がレーザ発信器(20)に戻らないように、ホログラム検出素子(22)はレーザ光を回折して受光素子(21)へと導く働きをする。受光

素子(21)により検出したレーザ光の光量によりDVDに記録されたデジタル信号を検出することができる。

【0022】同様にCDを再生する場合、記録されたデジタル信号の検出に用いられる波長780nmのレーザ光は、CD光学ユニット(3)のレーザ発信器(30)により発信される。発信されたレーザ光は、ホログラム検出素子(32)、ダイクロックプリズム(4)、そしてコリメーターレンズ(5)を通り平行光となる。そしてレーザ光は、反射ミラー(6)により反射され、絞りフィルタ(7)により対物レンズの周辺部を通る光が透過されずに(開口が絞られ)、そして対物レンズ(8)により集光されてCDの記録面に照射される。ここで記録面に設けられたデジタル信号に対応したピットの有無により、反射するレーザ光の光量に変化する。記録面において反射されたレーザ光は前記とは逆の経路を通り、最後はCD光学ユニットにおける受光素子(31)に入射する。反射されたレーザ光がレーザ発信器(30)に戻らないように、ホログラム検出素子(32)はレーザ光を回折して受光素子(31)へと導く働きをする。受光素子(31)により検出したレーザ光の光量によりCDに記録されたデジタル信号を検出することができる。絞りフィルタを用いると、対物レンズの開口を制限するための機械的もしくは電気的な装置は不要であり、光ピックアップ装置の構成が簡略化され故障の発生も少ない。

【0023】[絞りフィルタの構成] 本発明の(二波長用)絞りフィルタの構成を添付の図面を用いて説明する。図2は、本発明に従う二波長用絞りフィルタの構成の一例を示す斜視図である。また、図3は、図2に示した斜視図に記入したA-Aを結ぶ方向に沿って切断した本発明の絞りフィルタの断面図である。本発明の絞りフィルタ(40)は、透明基板(41)の上に設けられた円盤状のレーザ光透過膜(42)、そして円盤状レーザ光透過膜(42)の周縁の外側に形成された透過波長選択膜(43)から構成されている。

【0024】そしてレーザ光透過膜(42)は、相対的に短波長のレーザ光Iと相対的に長波長のレーザ光IIの双方を透過させる。また、透過波長選択膜(43)は、レーザ光Iを透過させる一方、レーザ光IIは透過させない。そして、レーザ光透過膜(42)と透過波長選択膜(43)の物理的膜厚とは互いに同一である。さらに、レーザ光透過膜(42)と透過波長選択膜(43)の光学的膜厚とは実質的に等しい。

【0025】DVD/CD互換光ピックアップ装置用の絞りフィルタの場合、レーザ光Iは、波長650nmのレーザ光であり、そしてレーザ光IIは、波長780nmのレーザ光である。従ってこの絞りフィルタにより、波長780nmの(CD用)レーザ光(相対的に長波長のレーザ光II)に対しては開口が絞られる。即ちCDを再生する場合の対物レンズ周辺部を透過するレーザ光のみ

は透過されず、球面収差の発生を抑えることができる。また、波長650nmの(DVD)用レーザ光(相対的に短波長のレーザ光I)は、レーザ光透過膜(42)および透過波長選択膜(43)の双方を透過する。レーザ光透過膜(42)と透過波長選択膜(43)の光学的膜厚が互いに等しいために、レーザ光透過膜と透過波長選択膜の両者を通過したDVD用レーザ光には、互いに位相差が発生せず、対物レンズにより集光するときの収差の発生を抑えることができる。さらに、レーザ光透過膜と透過波長選択膜の物理的膜厚が互いに等しく、両者の境界に物理的な段差が無い場合、DVD用レーザ光の境界部分における乱反射が抑えられ、絞りフィルタを透過後のレーザ光に波面の乱れなどが発生しない。レーザ光透過膜および透過波長選択膜の詳細については後述する。

【0026】[透明基板] 透明基板としては、用いるレーザ光の波長において透明であれば特に制限はなく公知の材料を用いることができる。「透明」とは、用いるレーザ光の波長に対する透過率が85%以上であることを意味する。この透過率の値は、90%以上であることがより好ましく、95%以上であることがさらに好ましい。透明基板の物理的な厚さは、基板の上下面で反射する光の干渉効果が無視できる程度に厚いことが必要であり、用いるレーザ光の波長以上の厚さであることが好ましい。また絞りフィルタを設ける支持体としての十分な強度が必要であることから、透明基板の幾何的な厚さは0.1mm以上であることがより好ましい。透明基板の例としては、硝子板、水晶板(波長板も兼ねる)、プラスチック板などが挙げられる。基板の剛性が低いと外力あるいは薄膜形成時に膜内に生じる応力により基板が変形して、絞りフィルタの光学特性が変化するので、基板としては硝子板を用いることが好ましい。

【0027】基板は、その表面に形成する薄膜との密着性を高めるために、洗浄処理することが好ましい。洗浄処理の方法に特に制限はなく、一般的な方法で洗浄することができる。洗浄方法には、機械的洗浄、電気的洗浄、化学的洗浄、超音波洗浄、紫外線による洗浄、そしてこれらを組み合わせた方法が含まれる。具体的な例としては、洗剤による洗浄、酸もしくはアルカリ溶液を用いた薬品による洗浄、有機溶剤を用いた洗浄、超音波洗浄、イオン衝撃法による洗浄、焼き出し法による洗浄、スクラブ洗浄、蒸気洗浄、高温加熱洗浄、そして紫外線・オゾン洗浄などが挙げられる。また、表面の汚れの除去あるいは表面平滑性を良くするために、基板に公知の研磨処理あるいはエッチング処理などを行うこともできる。また、洗浄後の表面には不純物が吸着し易いため、基板に薄膜を形成する前の真空中において、イオン照射、プラズマ照射、電子照射、あるいは加熱処理などの公知の方法により基板の表面処理を行うこともできる。

【0028】[透過波長選択膜] 透過波長選択膜は、相



対的に短波長のレーザ光Ⅰを透過させ、相対的に長波長のレーザ光Ⅱを透過させない光学フィルタであれば特に限定されない。言い換えるなら、互いに波長の異なる二つのレーザ光のうち的一方のみを透過させる光学フィルタであればよい。一般的な光学フィルタの設計手法については周知である。光学フィルタとしては、帯域フィルタ（バンドパスフィルタ：band pass filter）、エッジフィルタ（edge filter）が含まれる。帯域フィルタには、透過域幅の狭い狭帯域フィルタ（単色フィルタとも呼ばれる）および透過域幅の広い広帯域フィルタが含まれる。エッジフィルタには、ある波長より長波長側の光を透過する長波長透過フィルタ（long wave pass filter）、および、ある波長より短波長側の光を透過する短波長透過フィルタ（short wave pass filter）が含まれる。

【0029】また、光学フィルタは波長選択の機構から、半導体や色素などの特定波長の光を吸収する現象を利用したフィルタと、光の干渉を利用するフィルタに分類される。光の干渉を利用するフィルタは、誘電体や金属などの光透過性材料からなる多層膜における光の干渉現象を利用するもので、一般に干渉フィルタと呼ばれている。本発明においては、干渉フィルタを用いることが好ましい。干渉フィルタの材料に金属を用いる場合、金属の光の吸収も考慮する必要があり干渉フィルタの設計が複雑となる。従って、干渉フィルタは、互いに屈折率の異なる誘電体を多層に積層してなる誘電体多層膜フィルタであることが好ましい。誘電体多層膜フィルタは、透過する波長を自由に設計できることから、本発明の透過波長選択膜として好ましく用いることができる。

【0030】互換光ピックアップ装置の場合、一般的に対物レンズは相対的に短波長のレーザ光Ⅰを基準として設計するために、相対的に長波長のレーザ光Ⅱに対して開口を絞る必要がある。従ってフィルタとしては、帯域フィルタおよび短波長透過フィルタが好ましく、帯域フィルタであることがより好ましい。以下、本発明の絞りフィルタの透過波長選択膜として、誘電体多層膜からなる帯域フィルタを用いる場合を例として説明する。

【0031】帯域フィルタ（透過波長選択膜）は、レーザ光Ⅰ（その波長を $\lambda$ とする）を透過させ、レーザ光Ⅱを透過させないフィルタであれば、その構成に特に制限はない。このような帯域フィルタの例として（ $\lambda/4$ 型交互多層膜）／（ $\lambda/2$ スペーサ） $n$ ／（ $\lambda/4$ 型交互多層膜）で表されるファブリ・ペロー型フィルタを挙げることができる。ここでレーザ光Ⅰの波長 $\lambda$ は、透過帯の中心波長となる。 $\lambda/4$ 型交互多層膜とは、光学膜厚が $\lambda/4$ である低屈折率誘電体膜（一般にLと記載される）と光学膜厚が $\lambda/4$ である高屈折率誘電体膜（一般にHと記載される）を交互に積層した多層膜を意味する。低屈折率および高屈折率とは、二つの誘電体膜の屈折率値の相対的な大小関係を意味している。即ち二種類の

の誘電体膜において、一方の誘電体膜の屈折率が $n_1$ であり、他方の誘電体膜の屈折率が $n_2$ であり、 $n_1 < n_2$ の場合には、前者の誘電体膜を低屈折率誘電体膜、そして後者の誘電体膜を高屈折率誘電体膜と呼ぶ。

【0032】 $\lambda/2$ スペーサとは、光学膜厚が $\lambda/2$ である低屈折率誘電体膜もしくは高屈折率誘電体膜を表す。スペーサの光学膜厚は $\lambda/2$ の倍数（自然数 $n$ 倍）であってもよく、スペーサの膜厚により帯域フィルタの透過帯の幅が決まるので、 $n$ の値はフィルタの周波数特性をコンピュータによるシミュレーションにより計算して適宜選定される。最も簡単なファブリ・ペロー型フィルタの構成は、（ $\lambda/4$ 膜）／（ $\lambda/2$ スペーサ）／（ $\lambda/4$ 膜）である。具体的には、HLHLもしくはLHHLで表される構成となる。一般的な多層膜の記載方法に従えば、上記の例の構成は、H（L）<sup>2</sup>HもしくはL（H）<sup>2</sup>Lと記載される。この記載方法において、例えば（L）<sup>2</sup>は、LLを意味する。また、帯域フィルタは、良好な波長選択性を得るために接続膜（LまたはH）を介して複数接続することもできる。

【0033】DVD/CD互換光ピックアップ用の絞りフィルタの透過波長選択膜は、波長650nmの（DVD用）レーザ光を透過させ、波長780nmの（CD用）レーザ光を透過しないよう、透過帯の中心波長 $\lambda$ を650nmとして、一般的な光学フィルタの設計に従って作製すればよい。図4にDVD/CD互換光ピックアップに用いる絞りフィルタにおける、透過波長選択膜の層構成の一例を示す。この透過波長選択膜の層構成を下記の（I）式に示す。

（I） H'（L）<sup>2</sup>HLH（L）<sup>4</sup>HLH（L）<sup>2</sup>H  
（I）式において、Lは、光学膜厚が650nmの $1/4$ である低屈折率誘電体膜を表し、Hは、光学膜厚が650nmの $1/4$ である高屈折率誘電体膜を表し、式の右端のHが基板に最初に積層する最下層を表す。この透過波長選択膜は、透明基板41の上に、帯域フィルタBPF1、接続膜C1、帯域フィルタBPF2、接続膜C2、そして帯域フィルタBPF3をこの順に積層してなる。三つの帯域フィルタのそれぞれは、（LL）もしくはその倍数の光学膜厚の低屈折率誘電体膜の両側を高屈折率誘電体膜Hで挟んだファブリ・ペロー型の帯域フィルタである。また、透過波長選択膜を透過する波長650nmのレーザ光の空気界面における反射を防止するために、フィルタの最上層に本来あるべきHは、Hよりやや屈折率の低い誘電体膜H'（ただしLよりは屈折率は大きい）とすることが好ましい。この透過波長選択膜は、波長650nmのレーザ光を透過させ、波長780nmのレーザ光を透過させない。

【0034】[レーザ光透過膜] レーザ光透過膜は、相対的に短波長のレーザ光Ⅰと相対的に長波長のレーザ光Ⅱの双方を透過させる。レーザ光透過膜は、透過波長選択膜の積層順序を、レーザ光Ⅰの $1/4$ の光学膜厚を

単位として積層順序を変更する方法などにより構成することができる。従って、透過波長選択膜とレーザ光透過膜の光学膜厚は実質的に等しくなり、かつ物理的膜厚は同一となる。透過波長選択膜は、レーザ光Ⅰの $1/4$ 波長の光学膜厚を有する誘電体膜による多層膜からなる。積層順序の変更は、レーザ光Ⅰの $1/4$ 波長の光学膜厚（即ち $H$ および $L$ ）を基本として行う。

【0035】一般的に、特定波長に対して $1/2$ の光学膜厚である薄膜、もしくはその倍数の光学膜厚である薄膜は無干渉膜と呼ばれ、特定波長の光に対しては膜が存在しない場合と同じ光学特性（極めて高い透過率）を示す。従って透過波長選択膜を、 $LL$ （または $HH$ ）、あるいはその倍数の光学膜厚の薄膜として積層順序を変更することで、レーザ光Ⅰに対して非常に高い透過率を示す多層膜が得られる。しかし、レーザ光Ⅱに対しては無干渉膜となる条件を満足しないために高い透過率は得られない。

【0036】ここで本発明者は、 $(\lambda/2)$ 膜およびその倍数（自然数 $q$ 倍）の光学膜厚の無干渉膜の分光透過率特性に着目した。このような無干渉膜の分光透過率特性を調べると、 $\lambda$ の波長の光に対する透過率の値は $q$ の値によらず常に高い値であるにも係わらず、その他の測定波長の光に対する透過率の値は $q$ の値により大きく変化することに注目した。このような分光透過率特性の変化は、無干渉膜が、 $q$ の選び方により、波長 $\lambda$ のレーザ光Ⅰのみでなく、透過波長選択膜の不透過帯にある波長（レーザ光Ⅱ）についても高い透過率を達成できることを意味している。従って、レーザ光透過膜は、 $\lambda/4$ の整数倍となる光学膜厚の単層膜を含むが、 $\lambda/2$ の整数倍となる光学膜厚の単層膜の積層体を含むことがより好ましい。

【0037】従って、透過波長選択膜の積層順序を変更して、 $(LL)q$ 層と $(HH)q$ 層を交互に積層するようにし、 $q$ の値をレーザ光Ⅱに対して透過率が高い値となるように設定することで、レーザ光ⅠおよびⅡの双方に対して高い透過率を示すレーザ光透過膜を得ることができる。 $LL$ 層と $HH$ 層の $q$ の値は互いに同じであっても異なってもよい。空気界面でのレーザ光ⅠおよびⅡの反射を防止するために、レーザ光透過膜の最上層には、低屈折率誘電体膜を配置することが好ましい。基板表面でのレーザ光ⅠおよびⅡの反射を防止するために、レーザ光透過膜の最下層には、 $L$ と $H$ のうち基板に屈折率の近い誘電体膜を配置することが好ましい。

【0038】以上のことから、(Ⅰ)式で示されるDVD/CD互換光ピックアップ用の透過波長選択膜の積層順序を変更して得られるレーザ光透過膜の層構成の一例を下記式(Ⅱ)に示す。より具体的に、また、下記の

(Ⅱ)式で示されるレーザ光透過膜の層構成を図5に示す。

(Ⅱ)  $LHH(LLHH)^2(L)^5$

(Ⅱ)式において、 $L$ は、光学膜厚が $650\text{nm}$ の $1/4$ である低屈折率誘電体膜を表し、 $H$ は、光学膜厚が $650\text{nm}$ の $1/4$ である高屈折率誘電体膜を表し、式の右端の $(L)^5$ 層が基板に最初に積層する最下層を表す。図5に示したように円盤状レーザ光透過膜は、 $\lambda/4$ の光学膜厚を単位として透過波長選択膜（図4）の積層順序を変更することにより構成されている。従って透過波長選択膜とレーザ光透過膜の光学膜厚は実質的に等しく、かつ幾何的膜厚も実質的に等しい。円盤状レーザ光透過膜は、透明基板41の上に、厚さ調整層（51）、 $\lambda/2$ 交互多層膜（52）、そして反射防止膜（53）をこの順で積層してなる。 $\lambda/2$ 層（ $LL$ もしくは $HH$ ）は、波長 $\lambda$ （ $650\text{nm}$ ）に対して無干渉膜となっている。無干渉膜の光学膜厚を $(\lambda/2)$ の1倍（前記の $q$ の値を1）に選定することにより、波長 $780\text{nm}$ に対しても非常に高い透過率を得ている。

【0039】最上層の反射防止膜（53）は $L$ であり、空気の屈折率 $<L$ 層の屈折率 $<HH$ 層の屈折率となる構成とすることで、空気界面側での反射防止の効果を得ている。これは一般的な反射防止膜と同じ考え方である。この反射防止膜（53）は、 $L$ の倍数であれば良く、 $L$ の奇数倍であることがより好ましい。また最下層の厚さ調整層（51）は、屈折率が基板と近いために基板界面におけるレーザ光ⅠおよびⅡの反射率を小さくする。一般的な光学フィルタに用いられる低屈折率誘電体膜は、基板（ガラスなど）と屈折率が近いために基板界面でのレーザ光に対する反射を抑えることができる。厚さ調整層は、透過波長選択膜の構成をレーザ光透過膜に組み替えるときに余った低屈折率誘電体膜を配置すればよく、 $L$ の倍数であればよい。また、この基板界面での反射を抑えるために、低屈折率誘電体膜を形成する材料としては基板に屈折率になるべく近い材料を選定することが好ましい。また、低屈折率誘電体膜の屈折率にあわせて基板の屈折率を調整してもよい。

【0040】以上のような構成の透過波長選択膜とレーザ光透過膜を基板上に設けることで、DVD/CD互換光ピックアップに用いる本発明の絞りフィルタを形成することができる。本発明に従えば、CD/DVD互換光ピックアップに限らず、将来より短波長のレーザ光（青色レーザ光など）を用いた新しい光ディスクが開発されても、従来のディスクと新しいディスクの互換光ピックアップに用いることのできる絞りフィルタを容易に作製することができる。

【0041】【三波長用絞りフィルタ】上記記載した（二波長用）絞りフィルタの作製と同様に、互いに波長の異なる三つのレーザ光のそれぞれについて独立に開口を制限する（三波長用）絞りフィルタも作製可能である。三波長用絞りフィルタの作製は、先に述べた二波長用の絞りフィルタの場合とほぼ同様であるので簡単に記載する。図6に、本発明の三波長用絞りフィルタの構成

の一例を示す斜視図を示す。絞りフィルタ(60)は、透明基板(61)の上に配置された、相対的に短波長のレーザ光III、レーザ光IIIよりも長波長のレーザ光IV、そしてレーザ光IVよりも更に長波長のレーザ光Vのそれぞれを透過させる円盤状レーザ光透過膜(62)、該円盤状レーザ光透過膜領域の周縁の外側に配置された、レーザ光IIIとレーザ光IVとを透過させる一方、レーザ光Vは透過させない円環状透過波長選択膜A(63)、そして該円環状透過波長選択膜Aの周縁の外側に配置された、レーザ光IIIを透過させる一方、レーザ光IVとレーザ光Vとは透過させない透過波長選択膜B(64)から構成される。この絞りフィルタは、三波長に対して独立に開口を制限できる。従って、将来より短波長のレーザ光(青色レーザなど)を用いた新しい光ディスクが開発された場合、DVDとCDと、そして新しい光ディスクとの互換光ピックアップ装置に用いる絞りフィルタを提供することができる。

【0042】[光透過性材料] 絞りフィルタを形成する光透過材料性材料の種類に特に制限はなく、公知の光学フィルタに用いられる材料を用いることができる。光透過性材料として用いられる誘電体材料の例としては、 $\text{CaF}_2$  (1.23~1.26)、 $\text{NaF}$  (1.34)、 $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  (1.35)、 $\text{LiF}$  (1.36~1.37)、 $\text{MgF}_2$  (1.38)、 $\text{SiO}_2$  (1.46)、 $\text{LaF}_3$  (1.59)、 $\text{NdF}_3$  (1.6)、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  (1.62)、 $\text{CeF}_3$  (1.63)、 $\text{PbF}_2$  (1.75)、 $\text{MgO}$  (1.75)、 $\text{ThO}_2$  (1.8)、 $\text{SnO}_2$  (1.9)、 $\text{La}_2\text{O}_3$  (1.95)、 $\text{SiO}$  (1.7~2.0)、 $\text{In}_2\text{O}_3$  (2.0)、 $\text{Nd}_2\text{O}_3$  (2.0)、 $\text{Sb}_2\text{O}_3$  (2.04)、 $\text{ZrO}_2$  (2.1)、 $\text{CeO}_2$  (2.2)、 $\text{TiO}_2$  (2.2~2.7)、 $\text{TaO}_5$  (2.21)、 $\text{ZnS}$  (2.35)、 $\text{Bi}_2\text{O}_3$  (2.45)、 $\text{ZnSe}$  (2.58)、 $\text{CdS}$  (2.6)、 $\text{Sb}_2\text{S}_3$  (3.0)、 $\text{CdTe}$  (3.05)、 $\text{Si}$  (3.5)、 $\text{Ge}$  (4.0)、 $\text{Te}$  (4.9)、および $\text{PbTe}$  (5.5)などを挙げることができる。括弧内の数値は屈折率を示している。例示した屈折率は代表的な値であり、実際に形成した薄膜の示す屈折率値とは若干異なる場合もある。

【0043】誘電体材料が大気中の水分を吸湿したり、炭酸ガスなどと反応したりすると、光学特性(屈折率など)が変化したり、形成した膜が白濁して剥離したりすることがある。このようなことから、本発明の絞りフィルタを誘電体から形成する場合、低屈折率誘電体としては二酸化珪素( $\text{SiO}_2$ )を用い、高屈折率誘電体としては二酸化チタン( $\text{TiO}_2$ )を用いることが好ましい。この両者を主構成膜として絞りフィルタを作製することが好ましい。 $\text{TiO}_2$ は屈折率が高く、同じ光学膜厚の薄膜を形成する場合に物理的膜厚を薄くできるため応力緩和には好ましい材料である。しかし透過波長選択

膜においては、最上層の高屈折率薄膜の屈折率が高いほど空気界面での反射率が大きくなるため、透過波長選択膜の最上層の $\text{TiO}_2$ の代わりに、それよりやや屈折率の小さい(ただし、 $\text{SiO}_2$ よりは屈折率の高い)材料、例えば、五酸化ニタンタル( $\text{TaO}_5$ )を用いることが好ましい。

【0044】[薄膜形成] 透過波長選択膜およびレーザ光透過膜の薄膜形成する方法に特に制限はなく、公知の薄膜形成方法を用いることができる。薄膜形成方法の例としては、真空蒸着法、スパッタリング法、および化学気相成長法(CVD)などが挙げられる。真空蒸着法には、同時蒸着法、フラッシュ蒸着法、分子線蒸着法、イオンプレーティング法、およびイオンビーム蒸着が含まれる。イオンプレーティング法には、直流励起イオンプレーティング法、高周波励起イオンプレーティング法、および反応性イオンプレーティング法が含まれる。また形成された薄膜がポーラス(気孔が多い膜)であると、使用環境において水分を吸収して光学特性が変化し易いため、イオンビーム蒸着法、イオンプレーティング法およびスパッタリング法により形成することが好ましい。プラズマイオンプロセス法、イオンアシスト法を用いることで薄膜を形成することも好ましい。

【0045】また、透過波長選択膜およびレーザ光透過膜のパターニングは公知の方法を用いることができる。マスク法やフォトリソグラフィ法あるいはそれらを組み合わせてパターニングをすることができる。また、透過波長選択膜とレーザ光透過膜の境界を基板に対して極力垂直に形成するため、基板上にアルミニウム薄膜を形成してこれをフォトリソグラフィによりエッチングしてレーザ光透過膜のネガパターンのマスクを作製し、その上からレーザ光透過膜を積層してリフトオフすることでレーザ光透過膜のパターニングをすることが好ましい。同様にアルミニウム薄膜からなる透過波長選択膜のネガパターンのマスクを用いて透過波長選択膜をパターニングすることで本発明の絞りフィルタを形成することが好ましい。また、透過波長選択膜とレーザ光透過膜はどちらを先に形成しても良い。

【0046】[反射防止膜] また、基板の裏面(絞りフィルタが形成される面とは反対側)に、分光透過率を改善する反射防止膜もしくは膜応力による基板の反りを戻すための反り戻し膜を設けることが好ましい。両者を兼用する膜を設けることがさらに好ましい。反射防止膜は、用いる波長領域で透明で、屈折率が空気( $n=1$ )と基板の間の値にある薄膜を設ければよい。例えば、ガラス基板( $n=1.52$ )を用いる場合には、反射防止膜(兼反り戻し膜)として二酸化珪素( $\text{SiO}_2$ ,  $n=1.46$ )などの透明膜を設ければよい。その膜厚は、絞りフィルタの構成により適宜選定する。この反り戻し膜の形成により波面精度の低下が改善される。

【0047】

【発明の効果】本発明の絞りフィルタは、基板上に設けられた円盤状のレーザ光透過膜と、その周縁の外側に配置された透過波長選択膜からなる。そして、レーザ光透過膜と透過波長選択膜の光学的膜厚が実質的に等しく、かつ幾何的膜厚も実質的に等しくすることで、特定波長のレーザ光に対する優れた絞り機能を有し、さらに別の波長の光に対しては良好な（位相差や波面の乱れの生じない）透過特性を有する絞りフィルタを提供することができる。本発明の絞りフィルタは、DVD/CD互換光ピックアップ装置の絞りフィルタとして特に好ましく用いることができる。本発明に従えば、将来より短波長のレーザ光（例えば青色レーザ）を用いた新しい光ディスクが開発された場合にも、従来ディスクと新しいディスクに対する互換光ピックアップ装置に用いる絞りフィルタを容易に作製することができる。また、本発明に従えば、互いに波長の異なる三つのレーザ光を用いた三種類の光ディスクに対する互換光ピックアップ装置に用いる絞りフィルタを容易に作製することができる。即ち、DVDとCDと、そして新しい光ディスクとを互換する光ピックアップ装置に用いる絞りフィルタが提供できる。

【0048】

【実施例】 【実施例1】

（透過波長選択膜の作製）円盤状の硝子基板（直径75mm、厚さ0.5mm）の上に、スパッタリング法により厚さ1.5μmのアルミニウム薄膜を形成した。マスクとして用いるアルミニウム薄膜は真空蒸着法により形成してもよい。形成したアルミニウム薄膜をフォトリソグラフィによりパターンニングして、透過波長選択膜のネガパターンのマスクを形成した。円盤状レーザ光透過膜の円盤の直径は3mmとした。次に、プラズマイオンプロセスにより下記構成の薄膜を順次積層した。

(H' L L H) L (H L L L L H) L (H L L H)

上式において、右側が基板側の最下層を意味する。低屈折率誘電体膜Lの材料としては二酸化珪素(SiO<sub>2</sub>)を用い、高屈折率誘電体膜Hの材料としては二酸化チタン(TiO<sub>2</sub>)を用い、最上層の高屈折率誘電体膜H'の材料としては五酸化タンタル(TaO<sub>5</sub>)を用いた。また、各々の膜厚は、形成中の光学的膜厚をモニターすることにより制御した。形成途中の光学的膜厚をモニターすることで、λ/4の光学的膜厚の誘電体膜を精度良く形成することができる。マスクとして用いたアルミニウムを溶解して、透過波長選択膜に不要な部分を基板から取り除いた。このようにして、透過波長選択膜を形成した。

【0049】（レーザ光透過膜の作製）積層順序を下記とする以外は透過波長選択膜と同様に、透過波長選択膜の開口部分にレーザ光透過膜を形成した。

L H H L L H H L L H H' L L L L L

このようにして、本発明の絞りフィルタを作製した。また透過波長選択膜の構成の積層順序を変更してレーザ光

透過膜の構成としたため、透過波長選択膜とレーザ光透過膜の光学的膜厚は等しく、かつ幾何的膜厚も等しく形成される。

【0050】（反射防止膜の作製）ガラス基板の裏面（絞りフィルタが設けられた面とは反対側の面）には、二酸化珪素単層膜の透明膜を5000オングストローム積層して反り戻し膜を形成した。以上のようにして本発明の絞りフィルタを作製した。

【0051】【比較例1】レーザ光透過膜を設けないこと以外は実施例1と同様に、（開口）絞りフィルタを作製した。

【0052】（絞りフィルタの評価）実施例1で作製した絞りフィルタのレーザ光透過膜の分光透過率特性を図7に示す。本発明の絞りフィルタのレーザ光透過膜は、基板の裏面における反射込みで、DVDの波長(650nm)において透過率が95%、CDの波長(780nm)において透過率95%で、両波長に対して十分高い透過率が得られた。また、実施例1で作製した絞りフィルタの透過波長選択膜の分光透過率特性を図8に示す。本発明の絞りフィルタの透過波長選択膜は、基板の裏面における反射込みで、DVDの波長(650nm)において透過率95%、CDの波長(780nm)において透過率5%で、CDの波長に対して十分に開口を絞れることが確認された。

【0053】また、実施例1および比較例1で作製した絞りフィルタの構成から、絞りフィルタを透過したレーザ光の位相特性をコンピュータにより計算した。図9に、実施例1で作製した絞りフィルタのレーザ光透過膜と透過波長選択膜の位相特性を計算したグラフを示す。図9において、実線はレーザ光透過膜の位相特性、破線は透過波長選択膜の位相特性を示す。計算結果より、レーザ光透過膜と透過波長選択膜を透過した波長650nmのレーザ光については位相差が生じないことが確認できる。図10に、比較例1で作製した（開口）絞りフィルタのレーザ光透過膜（比較例1ではレーザ光透過膜を設けないため開口絞りフィルタの開口部に当たる）と透過波長選択膜の位相特性を計算したグラフを示す。図10において、実線はレーザ光透過膜（開口部）の位相特性、破線は透過波長選択膜の位相特性を示す。計算結果より、レーザ光透過膜と透過波長選択膜を透過した波長650nmのレーザ光については大きな位相差(120度程度)が生じることが確認できる。

【0054】さらに、実施例1および比較例1で作製した絞りフィルタを透過した波長650nmのレーザ光について、測定器(Mark GPS、Zygo社製)を用いてそれぞれ波面特性を測定した。波面特性は、絞りフィルタを透過後のレーザ光の波面（同一位相面）を立体的に示した図である。図11に、実施例1で作製した絞りフィルタを透過したレーザ光の波面特性を、そして図12に、比較例1で作製した絞りフィルタを透過した

レーザ光の波面特性を示す。これらの波面特性から、実施例 1 の絞りフィルタを透過後のレーザ光の波面には大きな乱れが無いのに対し、比較例 1 の絞りフィルタを透過後のレーザ光の波面には、透過波長選択膜と開口部との境界に大きな位相差が生じていることが確認できる。これらの波面特性から、前記と同じ測定器により、平均波面精度および位相差が算出される。図 11 に示した実施例 1 の絞りフィルタにおける波面特性から、位相差 (PV) は  $30\text{ m}\lambda$  以下、そして平均波面精度は  $10\text{ m}\lambda$  以下 (RMS) と算出された。また、図 12 に示した比較例 1 の絞りフィルタにおける波面特性から、位相差 (PV) は約  $180\text{ m}\lambda$ 、そして平均波面精度は約  $50\text{ m}\lambda$  と算出された。従って本発明の絞りフィルタの波面特性は比較例と比べて、 $1/5$  以下に改善することができた。そして、本発明の絞りフィルタの膜厚を測定した結果、透過波長選択膜およびレーザ光透過膜のいずれの膜厚も約  $1600$  オングストロームであり、透過波長選択膜とレーザ光透過膜の境界に大きな段差が無いことが確認できた。

【0055】

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の絞りフィルタを用いた光ピックアップ装置の構成の例を示す配置図である。

【図 2】本発明に従う二波長用絞りフィルタの構成の一例を示す斜視図である。

【図 3】図 2 に示した斜視図に記入した A-A を結ぶ方向に沿って切断した、本発明の絞りフィルタの断面図である。

【図 4】DVD/CD 互換光ピックアップ装置に用いられる本発明の絞りフィルタにおける透過波長選択膜の層構成の一例を示す図である。

【図 5】DVD/CD 互換光ピックアップ装置に用いられる本発明の絞りフィルタにおけるレーザ光透過膜の層構成の一例を示す図である。

【図 6】本発明に従う三波長用絞りフィルタの構成の一例を示す斜視図である。

【図 7】実施例 1 で作製した本発明の絞りフィルタのレーザ光透過膜の分光透過率特性を示す図である。

【図 8】実施例 1 で作製した本発明の絞りフィルタの透

過波長選択膜の分光透過率特性を示す図である。

【図 9】実施例 1 で作製した本発明の絞りフィルタの位相特性を示す図である。

【図 10】比較例 1 で作製した（開口）絞りフィルタの位相特性を示す図である。

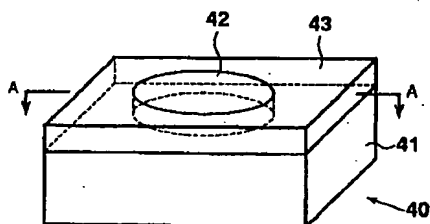
【図 11】実施例 1 で作製した本発明の絞りフィルタの波面特性を示す図である。

【図 12】比較例 1 で作製した（開口）絞りフィルタの波面特性を示す図である。

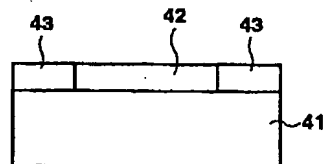
【符号の説明】

- 1 光ディスク
- 2 DVD 光学ユニット
- 3 CD 光学ユニット
- 4 ダイクロックプリズム
- 5 コリメーターレンズ
- 6 反射ミラー
- 7 絞りフィルタ
- 8 対物レンズ
- 9 ピット列
- 20、30 レーザ発信器
- 21、31 受光素子
- 22、32 ホログラム検出素子
- 40 （二波長用）絞りフィルタ
- 41 透明基板
- 42 レーザ光透過膜
- 43 透過波長選択膜
- L 低屈折率誘電体膜
- H 高屈折率誘電体膜
- BPF1、BPF2、BPF3 帯域フィルタ
- C1、C2 接続膜
- 51 厚さ調整膜
- 52  $\lambda/2$  交互多層膜
- 53 反射防止膜
- 60 （三波長用）絞りフィルタ
- 61 透明基板
- 62 レーザ光透過膜
- 63 透過波長選択膜 A
- 64 透過波長選択膜 B

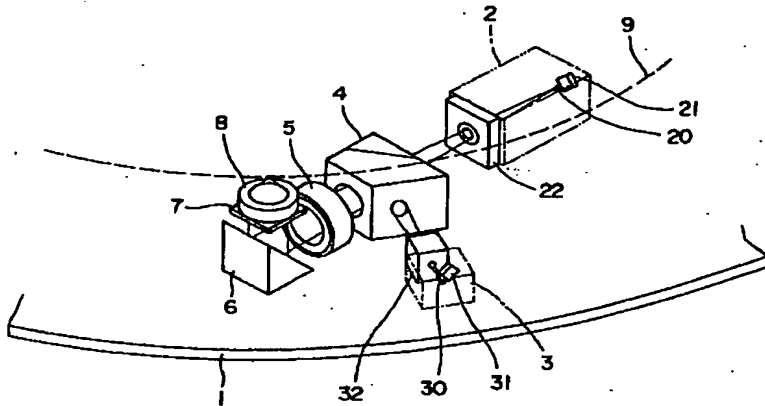
【図 2】



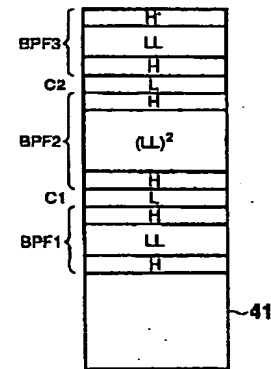
【図 3】



【図1】

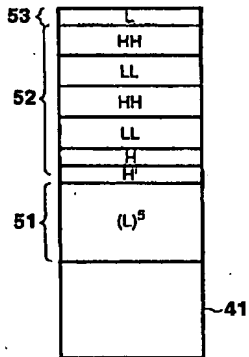


【図4】

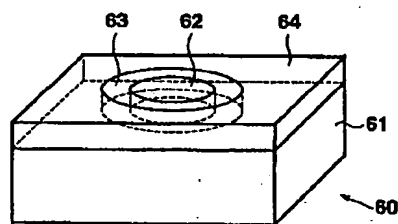


【図11】

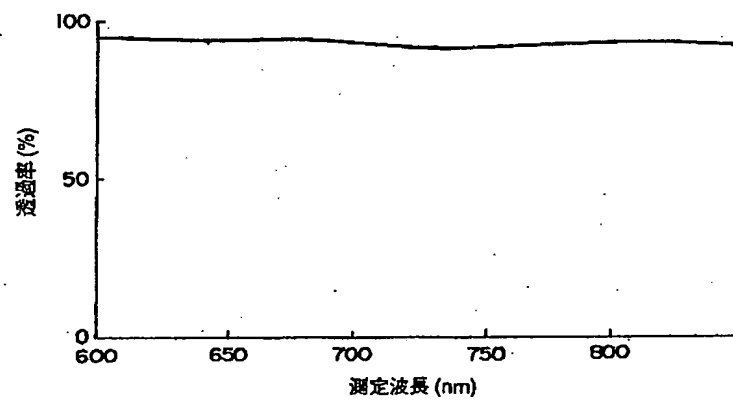
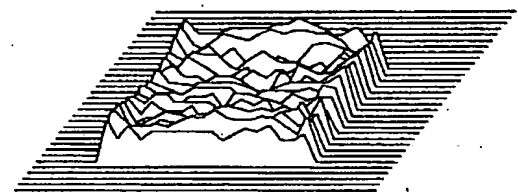
【図5】



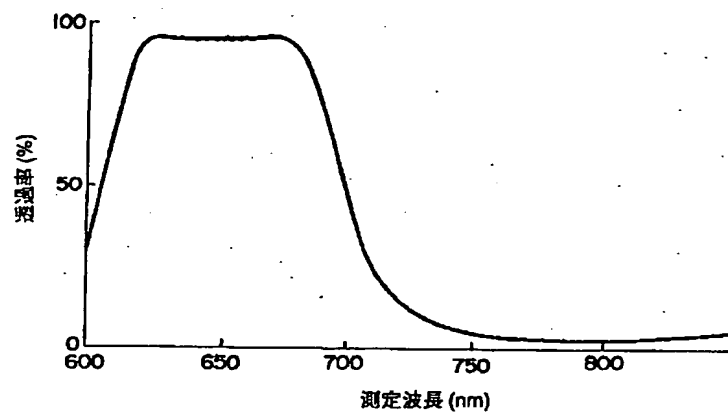
【図6】



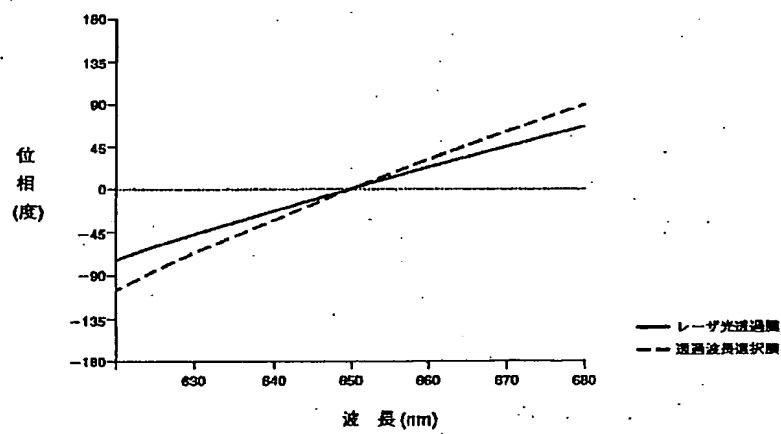
【図7】



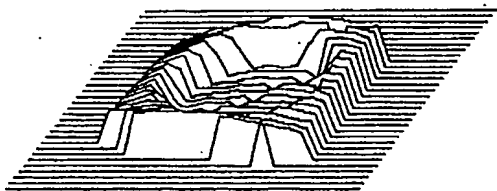
【図8】



【図9】



【図12】



【図10】

